



지구과학의 본성에 대한 연구방법 제안 —현상학적 접근 및 과학의 본성(NOS)에 대한 가족유사성 접근의 활용—

박원미*
성남여자고등학교

Suggesting Research Methods to Explore the Nature of Earth Science: Applying the Phenomenological Approach and Family Resemblance Approach to NOS

Won-Mi Park*
Seongnam Girls' High School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 3 February 2020
Received in revised form
25 February 2020
28 February 2020
Accepted 29 February 2020

Keywords:

Earth science, Nature of science,
Phenomenological approach,
NOS-Family resemblance
approach

ABSTRACT

In this study, we propose research methods to explore the nature of earth science by applying the phenomenological approach and NOS-family resemblance approach based on literature review. The phenomenological approach exploring the nature of earth science is a method of collecting, analyzing and synthesizing multifaceted features of earth science from intuitive sensory phenomena without prejudice. As a way of exploring the nature of earth science from a phenomenological point of view, we propose the NOS-family resemblance approach to the NOS. This approach provides a comprehensive explanation of NOS by combining the characteristics shared by different areas of science with distinct differences. Applying this method to exploring the nature of earth science, we can identify both domain-general and domain-specific characteristics that make sub-areas of earth science a 'family.' For example, through the networking of features shared by such sub-areas as geology, atmospheric science, oceanography, astronomy, earth system science, etc., we can extract the family-resemblance characteristics that make these sub-areas a family called earth science. Through these approaches to the nature of earth science, the richness, complexity, and dynamic nature of earth science can be revealed as a whole. In addition, we will be able to grasp the change in the sub-areas that constitute the earth science, which in turn changes the nature of earth science, and to contribute to establishing the status and development system of earth science as a school subject.

1. 서론

모(母)학문이 가지는 본성은 해당 교과 교육과정의 정체성과 밀접한 관계를 가진다. 특정 교과의 배경이 되는 학문들은 그 배경이나 교육적 기능이 각각 다르기 때문에, 해당 학문이 가지는 특성들이 교과 교육(과정)에 충실히 반영될 때 더 나은 교과 교육이 가능할 것이다(Lee, Lee & Jang, 1996). 학문의 본성에 대한 전문가 집단의 규정이나 합의에 따라 교육 내용과 방법이 변화할 수 있고, 여기에 시대적 변화와 사회적 요구 등이 함께 반영되면서 해당 교과의 위상이나 정체성 또한 달라질 수 있다. 따라서 학문의 본성, 즉 지식의 내용과 체계, 탐구 방법 등을 교과에 잘 반영하여야 해당 교과의 위상과 발전 체계를 정립할 수 있을 것이다.

과학의 경우는 과학교육자들 뿐만 아니라, 과학철학자, 과학역사가, 과학사회학자, 심리학자 등 다양한 전문가 집단에서 과학의 본성에 관해서 꾸준히 연구해왔다. 이들 전문가가 속한 각 분야의 학문적 입장에서 과학을 조망한 결과들로부터 도출되는 '과학에 대한 메타지식(meta-knowledge)'을 '과학의 본성(Nature of Science; 이하 NOS)'이라고 한다(Clough, 2011). 그러나 과학의 본성(NOS)에 대해 상세히

기술하다 보면 과학을 엄격하게 정의하거나 정확한 경계 조건을 제시하려는 시도는 실패하게 된다. 실패의 원인은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 하나는 과학의 풍부함과 복잡성을 담아내지 못한다는 점이고, 다른 하나는 철학적 관점의 한계이다. 즉, 과학자들이 하는 모든 것(관찰, 실험, 모델링, 검증 등)과 과학이라는 범주에 포함되는 모든 분야들(물리, 화학, 생물학, 지질학, 동물학, 식물학 등)을 고려할 때, 과학이 되기 위한 필요충분조건들을 특징짓는 것은 과학의 풍부함과 복잡성을 담아내기에는 비현실적인 것으로 판명되었다(Irzik & Nola, 2011a). 또한, 실재론자, 경험주의자, 구성주의자, 페미니스트, 다문화주의자, 포스트모더니스트 등 다양한 철학적 관점을 지닌 전문가 집단의 서로 다른 견해들을 수렴하는 것 역시 불가능에 가까운 일이다(Irzik & Nola, 2011a). 따라서 많은 과학교육 연구자들은 교육적 필요에 의해 다양한 경로를 거쳐 과학과 교육과정에 적합한 과학의 본성(NOS) 내용 요소의 합의를 추구해왔다. 이를 '과학의 본성에 대한 합의 관점(consensus view of NOS)'이라고 한다(Chang, Y. H., Chang, C. Y., & Tseng, 2010).

하지만 과학의 발달과 함께 과학에 대한 체계적인 사고의 결과들이 과학의 본성(NOS) 개념화 방식에 반영됨에 따라 과학의 본성(NOS)의 개념이 변화해 왔고, 현재 과학의 본성(NOS) 내용으로 무엇을 과학과 교육과정에 투입하는 것이 옳은가에 대하여 여전히 여러 가지

* 교신저자 : 박원미 (wnmprk@gmail.com)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2020.40.1.51

논쟁의 요소들이 있다(Cho, Kim, & Choe, 2018). 과학의 본성(NOS)에 대한 합의 관점을 비판하는 견해들 가운데 하나는 과학의 본성(NOS) 요소를 추출하는 데 있어 과학에 대한 매우 협소한 특성과 단면적인 이미지만을 전달하게 되었다는 것이다(Irzik & Nola, 2011a). 특히, 과학 탐구나 과정적 측면을 포함하지 않거나 포함하더라도 21세기 과학의 특성을 반영하지 못하고 있다는 점(Dagher & Erduran, 2016; Hodson, 2009, 2014; Kampourakis, 2016)은 주목해야 하는 부분이다. 보편적인 과학의 특성 요소를 포괄하고자 했던 과학의 본성(NOS)에 관한 합의 관점에서는 이러한 영역 특이적이거나 맥락 특이적인 측면은 제외될 수밖에 없다. 다시 말해, 이 관점에는 과학적 실행이 이루어지는 분야별 차이점, 즉 영역 특이성이나 과학 지식 생성 방법의 다양성, 역동성을 부각시킬 수 있는 현대적 탐구 본성이 누락되어 있다(Cho, Kim, & Choe, 2018).

오늘날 인류는 디지털 기술을 기반으로 하여 ‘지능정보사회’로 문명사적 전환을 이루고 있다. 고도화된 정보통신기술 인프라(ICBM, IoT, Cloud, Big data, Mobile)를 통해 생성·축적된 데이터와 인공지능(AI)을 결합한 지능정보기술을 경제·사회·삶 모든 분야에 보편적으로 활용함으로써 새로운 가치를 창출하고 발전할 수 있다(Related ministries, 2016; Sung & Hwang, 2017). 이와 같은 변화는 인간의 삶의 양식과 산업의 구조를 근본적으로 변화시키고 있다(NIA, 2018; Son, 2009). 또한, 융복합이라는 흐름 안에서 학문 간 경계 역시 허물어지고 있다. 자연과학과 인문과학, 순수과학과 응용과학의 경계가 해체되어 새로운 지식 영역이 형성되고, 다양한 영역의 지식 세계가 융복합되면서 학문의 지도가 변하고 있다(Lee, 2008). 실제로 학문 간 경계를 극복하기 위한 노력의 결과로 인지과학, 생명공학, 뇌 과학 등 다양한 학문 간의 결합을 시도하는 융합학문들이 생겨났으며, 이러한 추세는 점차 늘어나고 있다(Lee, 2008). 이러한 학문영역의 변화를 반영하여, 학교 교육과정의 교과목 간 융복합 시도는 물론이고, 새로운 교과목이 등장하는 등 중등학교 교육과정에서도 변화가 이루어지고 있다(Park & Lee, 2013). 융복합 지능정보사회를 맞이한 지금, 시대에 맞는 지구과학의 위상과 정체성을 정립하는 것은 물론 향후 발전 체계를 마련하기 위해서도 반드시 지구과학의 본성에 관한 새로운 접근이 필요하다.

이러한 필요성을 바탕으로 본 연구에서는 미래 융복합 시대에 적합한 지구과학의 본성 연구 방법을 제안하고자 한다. 즉, 본 연구의 목적은 현상학적 접근 및 과학의 본성(NOS)에 대한 가족유사성 접근을 활용하여 지구과학의 본성을 연구하는 방법을 제안하려는 것이다.

II. 지구과학의 본성에 관한 선행연구 고찰 및 연구방법 개괄

지구과학의 본성을 연구하는 방안을 도출하기 이전에, 지구과학의 본성이나 특성에 관한 선행연구를 고찰하여 출발점으로 삼았다.

지구과학의 본성에 관한 연구는 크게 세 가지 측면에서 이루어졌다. 첫 번째는 학문적 정체성이나 교과목으로서의 위상을 정립하기 위함이고, 두 번째는 지구과학의 본질적 속성을 지구과학 교육에 반영하기 위함이다. 마지막으로, 과학의 본성 연구의 한계점으로 영역 특이적인 특징을 반영하지 못한 점을 지적하면서 지구과학 영역에서 과학의 본성을 살펴본 연구들도 있다(Breslyn & McGinnis, 2012; Choi, 2012; 2016; LaDue, Libarkin, & Thomas, 2015). 우리나라의

경우, 초기에는 첫 번째 목적으로 많이 연구되어 지구과학의 학문적 특성을 기반으로 지구과학 교육이 지향해야 할 바를 제시하는 형태의 연구들이 많았다. 반면, 최근에는 지구과학 탐구 방법의 주요 특징이라고 볼 수 있는 귀추법에 주목하는 연구들도 지속적으로 수행되었다(Kim, C.-J. *et al.*, 2005; Kim, H.-J. *et al.*, 2018; Lee & Kwon, 2010; Oh, 2006; 2018; Oh, & Kim, 2005). 이 연구들은 교육과정에 지구과학의 본성을 반영하고자 하는 데에 그 목적이 있다.

지구과학의 본성이나 특성 및 특징에 대하여 언급한 문헌들을 찾아 살펴보고 지구과학의 특징들을 몇 가지 범주로 나누어 정리한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서 주목할 점은 우선, 지구과학의 ‘본성(nature)’이 아닌 ‘특성/특징(features; characteristics)’이라는 용어로 결과를 정리한 점이다. 여러 문헌을 검토한 결과 지구과학의 본성 자체를 주제로 한 연구는 거의 없었으며, 표현에 있어서도 ‘특징’, ‘특성’, ‘본질(본질적 속성)’ 등 상황과 맥락에 따라 다르게 나타내고 있었다. 이는 기존의 과학의 본성(NOS)에서 다루는 범주 체계와 비교하였을 때, 지구과학의 특성이나 본성에 대한 선행연구에서 다루는 과학의 본성(NOS) 범주는 하위 범주에 해당하거나 기존에 다루어지지 않았던 내용들이기 때문에, 이들 모두를 포괄하는 용어를 사용하여 정리할 필요가 있었다. 이에 Matthews (2012)가 사용했던 ‘과학의 특성(Features of science)’에 착안하여 본 연구에서는 지구과학의 특성이라는 표현을 사용하여 정리하였다. Matthews (2012)는 과학의 보편적이고 필수적인 측면만을 다루기보다는 다면적이고 이질적인 측면의 전반적인 과학의 특징을 포괄하고자 이 표현을 사용하였다. 이와 같은 관점에서 Table 1에서 분석한 결과를 모두 포괄하는 데에도 ‘본성’보다는 ‘특성’이라는 표현이 더 적절하다고 판단하였다. 여러 가지 특성들이 모여 사물의 본성을 드러낸다고 볼 때, 어떤 대상의 본성을 파악하기 위해서는 그 대상이 가지고 있는 특성에 대한 이해가 선행되어야 한다(Oh & Kim, 2005).

두 번째로 주목할 점은 일반적인(domain-general) 특성과 영역 특이적인(domain-specific) 특성을 명료하게 구분하지 않았다는 것이다. Table 1의 특성들은 지구과학의 세부 영역 모두에 해당되는 공통점은 아니다. 예를 들어, ‘탐구 실행 방법’ 범주에서 ‘미래의 예측을 중시’한다는 특성은 대기 과학에 해당되고, 과거의 ‘역사적 과정을 규명’한다는 특성은 천문학이나 지질학의 일부 영역에 해당된다. 미래 예측과 역사 규명은 시제에 있어 서로 상반된 특성을 보인다. 그러나 각각은 모두 지구과학에 속해 있는 세부 영역의 특성이므로 공통된 특징과 마찬가지로 지구과학의 중요한 특성에 해당된다. 그런데 조사한 문헌에 따라서는 지구과학의 특정 영역에 해당되는 특성임을 명시한 경우(An *et al.*, 2006; Sin *et al.*, 2006)도 있고 그렇지 않은 경우(Oh & Kim, 2005)도 있다. 그 예로, Oh & Kim (2005)는 지구과학 ‘탐구의 목적’을 “역사학적(historical) 탐구와 인과적(causal) 탐구”로 나누어 설명하였는데, 이는 지질학 분야를 대상으로 도출한 탐구 목적이어서 지구과학의 다른 분야로 일반화할 수 있는 특징은 아니다.

세 번째, 과학의 본성(NOS)에서 다루지 않았던 ‘개념의 구조’라는 범주가 지구과학의 특성으로 언급되었다는 점이다. An *et al.* (1989)는 특히 개념 구조 안에서 ‘역사성’을 다룬다는 점이 “본래 지구과학이 타과학과 다른 특성”이라고 주장하였다. 지구과학의 각 분야를 구성하는 천문, 기상, 해양, 고체지구 등은 모두 우주의 탄생으로부터

Table 1. Features of earth science in previous researches

범주	특성/특징	출처
탐구 목적	· 역사학적 탐구, 인과적 탐구 · 현재 증거를 바탕으로 과거의 역사 재구성	· Laudan, 1987; Oh & Kim, 2005 재인용 · Engelhardt & Zimmermann, 1982; · Selles-Martinez, 2004
탐구 대상	· 대상의 다양성 · 거대한 시·공간적 규모 · 접근 불가능성, 통계 불가능성, 복잡성 · 자연 환경 및 경험 중심	· Choe & Shin, 1994 · Choe & Shin, 1994; Lee & Kwon, 2010; · Woo & Lee, 1992 · Lee & Kwon, 2010 · Choe & Shin, 1994; Mayer, 1995; Shin, 2000 재인용
탐구 과정	· (대기 과학의 경우) 대상의 연속된 흐름과 변화 중시 · 귀추법 ¹⁾ · 귀추적 탐구(복수 작업가설의 방법) · 논리적 추론 방법, 해석적 방법, 역사적 방법	· An <i>et al.</i> , 2006 · Oh & Kim, 2005 · Oh, 2018 · Kim <i>et al.</i> , 2005
탐구 실행 방법	· 실제 조작의 어려움 또는 불가능 · 영역에 따른 관찰 기술의 차이(예, 지질학과 천문학) · (대기 과학의 경우) 정확한 측정과 반복적인 관찰, 측정 기기의 중요성 강조, 연속된 흐름 관측을 위한 국제적인 네트워크의 필요성, 역사적 과정의 규모보다는 미래 예측 중시 · (천문학과 우주론의 경우) 실험 불가능	· Lee & Kwon, 2010 · Irzik & Nola, 2011a · An <i>et al.</i> , 2006 · Irzik & Nola, 2011a, 2014
학문 간 및 학문 내의 관계성	· 다른 과학 영역과의 연결 · 천문학, 지질학, 해양학, 기상 등을 교과외 성격으로 통합 · 물질 과학, 생명 과학, 우주 과학 등을 묶는 통합자	· An <i>et al.</i> , 1989 · Choe & Shin, 1994 · Shin, 2000; Woo & Lee, 1992
사회와의 관계	· 인류 문제의 사회적 측면 중시(기후변화, 환경, 자원, 에너지, 우주/해양 개발 등)	· Choe & Shin, 1994; Lee, 2003
개념의 구조	· 역사성, 상호작용, 변화, 원리를 중심으로 하위 개념들을 통해 다른 과학 영역과 연결 · 인과 관계, 역사성, 지역성, 공간성, 시간성 중시	· An <i>et al.</i> , 1989 · Woo & Lee, 1992
지식에 대한 존재론적 관점	· 시스템적 관점 · 분절하지 않은 전체로서 대상 이해 · 시스템 존재론(System ontology)	· Lee, 2003 · Woo & Lee, 1992 · Finley, Nam, & Oughton 2011; Libarkin <i>et al.</i> , 2005; Libarkin & Kurdziel, 2006; · Selles-Martinez, 2004
과학지식 및 인식의 변화	· (천문학의 경우) 이론과 관측 사실의 유기적 관계 중시	· Sin <i>et al.</i> , 2006

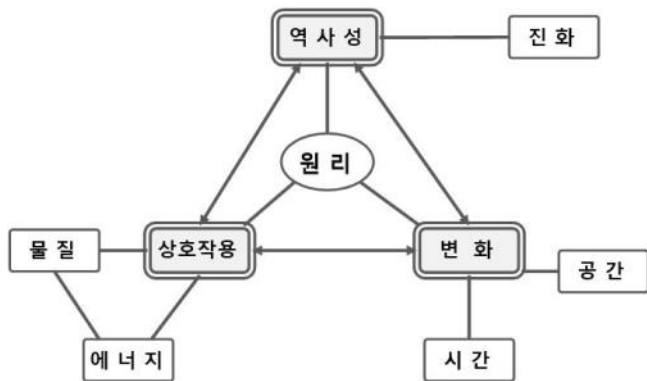


Figure 1. Structure of concept in earth science (modified from An *et al.*, 1989, p. 132)

진화, 분화된 결과이며 따라서 현재의 지구과학을 보는 견해도 변화, 진화되어가는 과정으로 보는 것이 지구과학을 이해하는 올바른 태도 (An *et al.*, 1989, p.132)라고 강조하면서 지구과학의 개념 구조를

1) 지구과학의 탐구 방법은 크게 보아 귀납적(inductive), 연역적(deductive), 그리고 귀추적(abductive) 방법으로 구분할 수 있는데(Engelhardt & Zimmermann, 1982), 이 중에서도 귀추법(Abduction)은 지구과학의 본질적 속성에 잘 부합하는 탐구 방법으로 여겨지고 있다(Oh & Kim, 2005, p.611).

Figure 1과 같이 제시하였다.

마지막으로, Finley (2011), Libarkin *et al.* (2005), Lee (2003), Libarkin & Kurdziel (2006), Selles-Martinez (2004), Woo & Lee (1992)의 연구에서는 지구과학의 탐구 대상을 인식하는 ‘존재론적 관점’에 대하여 “시스템 존재론(System ontology)”, “시스템의 관점”, 그리고 “대상을 분절하지 않고 전체로서 대상을 이해” 등의 내용이 있음을 주목할 필요가 있다.

이상의 사전 분석을 통해 지구과학의 본성을 나타내는 다양한 특성들을 찾아내려는 시도들을 확인하였다. 그러나 지구과학의 본성에 접근하는 방법 측면이나 여러 가지 특성을 나타내는 항목 간의 관계에 있어 체계성이나 정교함이 부족함을 알 수 있다. 또한, 과학의 본성(NOS)을 상세히 기술하려는 시도에서의 한계점과 같이, 여전히 ‘지구과학의 풍부함과 복잡성을 담아내지 못한다는 한계점’을 발견할 수 있다. 다른 과학과 마찬가지로 지구과학 역시 그 하위 영역으로 천문학, 지질학, 대기 과학, 해양 과학 등과 같은 고전적인 영역은 물론이고, 자연 재해 분석/예측(Nature Disaster Analysis/Forecast), 극지 과학(Polar Science), 천문우주 관측 기술(Astro-Space Observation) 등 현대 과학의 발전으로 새롭게 추가된 영역들이 많다(MSIT & KISTEP, 2018). 이렇게 다양한 영역에서 행해지는 과학자들의 활동 과정, 목표와 가치, 방법론, 그 결과로 얻어진 지식, 그리고 사회·제

도적 측면의 여러 범주에서 설명할 수 있는 특성들은 무수히 많을 것이다. 또 그 내부의 복잡성 또한 Table 1과 같은 단편적인 특성들로 는 담아내기 어렵다. 이와 같은 접근을 통해 지구과학의 본성을 찾으 려고 하면, 과학의 본성(NOS)에 대한 접근에서 그러했듯이 지구과학 의 실제적인 본성을 알기보다는 지구과학의 여러 하위 영역들의 공통 점을 찾는 시도로 끝날 수 있다는 한계점을 지닌다.

또한, 이러한 접근 방식은 지구과학 내에 고정된 본성이 존재한다 고 보는 실재론적, 객관주의적 입장이기 때문에, 다양한 철학적 관점 의 견해들을 수용하기 어려울 뿐만 아니라, 급속도로 사회, 경제, 문화 및 학문의 지형 변화가 진행되고 있는 현대 사회에서 학문에 대한 새로운 사회적 요구를 반영하기 어렵다. 이에 이러한 한계를 극복할 수 있는 통합적이고 유연한 관점을 반영한 지구과학의 본성 연구방법 을 탐색하고자 한다. 이 연구는 지구과학의 본성 연구를 수행하는 기초를 마련하기 위해 지구과학의 본성에 접근하는 방법을 제안하는 연구로, 지구과학 교육, 과학철학, 현대 철학 등 관련 분야의 문헌을 분석하고 종합하는 연구 방법을 활용하였다.

이를 위해 지구과학의 본성에 대한 탐구 방법으로서 현상학적 접근 과 과학의 본성(NOS)에 대한 가족유사성 접근을 분석하였다. 현상학 적 접근을 도출하기 위해 분석한 문헌은 An (2013), Cheong (2004), Denzin & Lincoln (2017), Kim *et al.*, (1999), Kwak (2019), Lee (2017), Seol (2016), Shin, C.-S. (2009), Shin, S.-K. (2004), Yoo (2015) 등이다. NOS에 대한 가족유사성 접근을 지구과학의 본성 탐 구에 적용하는 방안을 도출하기 위해 Dagher & Erduran (2014, 2016), Eflin, Glennan, & Reisch (1999), Erduran & Dagher (2014, 2016), Erduran, Kaya, & Dagher (2018), Hacking (1996), Irzik & Nola (2011a, 2011b, 2014), Kaya *et al.* (2017, 2019), Needham (1975) 등의 문헌을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 현상학적 접근을 활용한 지구과학의 본성 탐구

가. 과학의 본성에 대한 현상학적 접근의 필요성

현상학적 접근 방법은 20세기 초 실증과학에 대한 반성적 성찰을 바탕으로 등장한 현상학을 철학적 토대로 발전한 질적 연구 유형 중 하나이다. 지난 20여 년간 국내 학계에서도 이와 같은 학문의 패러다 임 변화가 반영되어 질적 연구에 관한 관심이 증가하였다. 이에 따라 상담, 교육, 간호, 복지, 행정 등 다양한 학문 분야에서 기술적 글쓰기

와 직관적 이해를 중시하는 질적 연구 형태가 확산되어 왔으며 그중 가장 두드러지게 양적으로 증가하는 연구 유형 중 하나가 현상학적 연구이다(Yoo, 2015).

현상학적 접근의 주요 특징을 이해하기 위해서는 현상학의 등장 배경을 먼저 살펴보아야 한다. 현상학적 접근은 실증과학에 대한 반 성적 성찰을 하면서 등장하였다(Kwak, 2019). 20세기 초 유럽 학계에는 과학적 실증주의의 이원론적이고 기계적인 세계관이 널리 퍼져 있었다. 당대의 독일의 철학자 에드문트 후설은 『유럽학문의 위기와 초월론적 현상학』이라는 자신의 마지막 저서에서 실증과학으로만 규정된 근대인의 배타적 세계관에 의해 이룩된 ‘변영’에 사람들의 눈이 멀었으며 학문을 단순히 과학적인 사실들만을 나열하는 지루한 사실 학(事實學)으로 만들어버렸다고 비판하였다(An, 2013). 그가 당대에 요구하려 한 것은 인간이 밭 딛고 있는 현실을 그대로 직시하는 과학, 우리가 실제로 경험하는 세계에 토대를 둔 과학이었다(An, 2013). 그는 자연과학으로 대표되는 객관적 학문이 ‘생활세계(Lebenswelt)’ 에 기반을 두고 있으므로 연구자들이 이러한 사실을 외면하지 않고, 객관적 학문과 ‘생활세계’의 관계를 명확히 이해해야 한다고 역설하 였다(An, 2013). ‘생활세계’란 우리가 의미를 부여하고 무언가로 규정 하기 이전의 세계, 의식의 지향성을 배제한 세계, 즉 우리가 몸으로 살아 가는 삶, 생활 자체를 가리킨다. ‘생활세계’에 우리의 의식이 작용하 고 의미를 부여하여 규정을 하면 이론적인 세계, 학문적 세계가 성립 된다. 즉, 생활세계는 이론적, 학문적 세계의 토대가 되는 것이다. ‘생활 세계’를 살아가는 인간이 체험하는 의미를 탐구하는 것이 후설의 생 활세계 현상학이다(Kwak, 2019). 현상학에 관해 명료하게 이해하기 위하여 자연과학과 현상학을 비교하면 Table 2와 같다(Kwak, 2019).

객관적 학문으로서 자연과학적 태도라는 것은 진리를 인간의 체험 이 아닌 과학의 이론에 있는 것으로 여기는 태도이다. 즉, 자연과학은 지식을 객관적인 진리로 받아들이는 실증주의의 실재론적 인식론을 기반으로 하며 객관성과 보편성을 추구한다(Cho, 2004). 이러한 자연 과학적 태도에 따르면 객관적 학문은 의식과 대상을 각각 독립적으로 분리하여 이해하는 이원론에 빠져 이념과 경험, 즉 학문적 이념세계 와 ‘생활세계’ 사이의 긴장을 유발한다(Cheong, 2004). 수나 양의 개 념, 기하학적 도형, 그래프, 운동 방정식과 같은 수학적, 물리학적 개 념들은 땅, 나무, 돌, 사람, 동물 같은 생활세계의 대상과 일상적 삶을 고도로 추상화하고 객관성과 보편성을 추구한 결과로 얻어낸 것이다. 이념세계가 점차 ‘생활세계’를 떠남으로써 자연과학과 실증주의는 위 기에 처하게 되었다는 것이 후설의 비판이다. 하지만 자연과학은 직 관적으로 경험되는 생활의 환경세계로부터 출발하는 것이며, 학문적 작업을 수행하는 학자 또한 자기 자신을 부여하는 환경세계를 끊임없

Table 2. Comparison of natural sciences and phenomenology

자연과학	현상학
<ul style="list-style-type: none"> · 객관으로서 사실에 관한 학문 · 과학적 세계(이론적, 추상적 세계, 삶에서 떠난 세계)를 탐구함 · 객관적인 실재의 존재를 상정함 · 주관 - 객관을 분리함(이원론적 사고방식) · 인식론적 단절을 통해 체험을 초월하여 현상세계 너머의 본질을 찾으려 함 · 불변의 보편성과 본질을 포착하고자 함 · 생활세계를 추상화하여 특정한 핵심개념(질량, 에너지, 힘, 속도, 방향 등)으로 바꿈 	<ul style="list-style-type: none"> · 본질(주체의 의식 내에 들어 있는 대상의 본질)에 관한 학문 · 생활세계(모든 세계 - 물리세계, 종교세계, 예술세계 등 - 전체를 포괄할 수 있는 세계)를 탐구함 · 과학으로 설명하지 못하는 영역의 존재한다는 관점 · ‘객관’이라 불리는 세계가 사실은 인간이 현상을 통해 경험함으로써 존재한다고 봄 · 생활세계에서 진리가 존재한다고 보며 이를 찾으려고 함 · 생활세계에 대한 의식의 작용에 따라 물리세계, 종교세계, 예술세계 등이 존재한다고 봄

이 전제하고 있다는 점에서 객관적 학문이라는 것 또한 일상적 태도와 단절되지 않고 연관될 수밖에 없다(An, 2013).

현상학적 접근에서 가장 중요하게 다루는 개념 중 하나는 ‘상호주관성(inter-subjectivity)’이다. 오랜 시간 동안 철학사에서 인식론(epistemology)의 테마가 되어 왔던 문제는 주체(subject)와 대상(object), 주관(subjective)과 객관(objective)의 문제였다. 실재론(realism)은 대상이 우리의 인식과 무관하게 외부 세계에 존재한다고 보며, 객관적으로 존재하는 대상 속에서 본성을 발견하는 것이라는 입장으로, 과학적 실증주의의 기반이 되는 인식론이다. 반면, 관념론(idealism)은 우리가 알 수 있는 실체는 근본적으로 정신적이거나 정신적으로 구성되었다는 주관적인 관점이다. 한편, 현상학적 관점에서는 본질이 현상(現象)한다고 보기 때문에 현상을 통해 본질을 직관할 수 있다고 여긴다(Kwak, 2019). 이때 현상이란 눈앞에 나타난 물질에 대한 감각적 현상이 아닌 주체의 의식작용(noesis)을 통해 드러난 현상(Hyle)이며, 현상학에서는 그 과정을 통해 구성된 의미(noema), 즉 본질을 잃어낸다. 이렇게 대상과 주체가 서로를 향하는 의식의 상호작용을 상호주관성(inter-subjectivity)라고 한다. 예컨대, 책상을 인식하는 과정에 대해 각각의 관점에서 설명하면, 실재론적 인식론에서는 책상이라는 실재가 존재하며 그 본질을 인식한다고 여긴다. 반면 관념론적 인식론에 따르면 단지 책상이라고 인식하는 정신작용이 있을 뿐, 책상이라는 실재와의 연결은 불가능하다. 하지만 현상학에서는 실제로 어떤 대상이 존재하고 있으나 우리는 그 본질을 바로 책상이라고 인식하는 것이 아니고 감각적인 현상들을 의식이 지향하는 바대로 파악하여 책상이라고 인식한다고 본다. 예를 들면, 갈색, 나무, 넓은 판과 막대, 서랍 등의 상이한 현상들과 과거의 경험을 종합하여 책상이라는 의미를 도출한 것이다(Figure 2; Seol, 2016). 그러나 어쩌면 그것은 책상이 아니라 서랍과 막대 위에 놓인 넓은 나무판인지도 모른다. 보여짐(현상)과 보여지는 것 자체(사물) 사이에는 상관관계가 있고, 보여짐은 의식의 상호작용, 즉 주관에 의존된다(Cheong, 2004).

현상학적 접근의 연구에서 연구의 주체나 대상은 연구자가 인식한 어떤 현상이며, 연구 대상을 통해 수집한 자료 역시 참여자들이 인식한 현상이라고 할 수 있다. 현상은 생활세계를 기반으로 하며 현상을 대하는 주체들은 상호주관성에 따라 서로 다른 측면의 현상들을 인식할 수 있다. 이러한 측면에서 현상학적 접근은 현상의 상호주관성이라는 연구 대상의 본질에 적합한 방법론적 발전의 결과이다(Lee, 2017). 그러므로 현상학적 접근에서는 여러 가지 측면의 현상을 보여주는 다양한 자료들을 수집하고 질적으로 분석하여 그 본질을 이해하

고자 한다. 따라서 현상학적 접근은 연구 대상과 수집한 자료들을 고정적이고 양적인 구성단위로 파악하고 그에 대한 추상적이고 통계적인 접근을 하는 방법을 따르지 않는다.

이와 같은 관점에서 볼 때, 구체적이고 친숙한 생활세계를 대하는 자세에서 시작할 수 있는 것이 현상학적 접근의 연구라고 할 수 있으며 인간의 경험에 대한 연구에서는 현상학적 접근이 특히 중요하다(Yoo, 2015; Kim *et al.*, 1999). 현상학적 연구자는 지각과 판단의 모든 복합성을 가진 인간에 의해 경험되는 현상을 연구함으로써, 연구 대상의 경험에 대한 의미를 파악하는 기술을 할 수 있다(Kim *et al.*, 1999). 즉, 대상자의 기술에 대한 분석을 통해 현상의 의미와 본질을 밝히는 것으로 귀납적이면서 귀추적이고 기술적인 연구방법이다.

자연과학적 관점과 대비되는 현상학적 접근의 특징과 장점으로부터 과학의 본성(NOS) 연구에 대한 현상학적 접근의 필요성을 찾을 수 있다. 과학은 생활세계에 기반을 둔 학문이다. 그러나 연구 대상으로서 과학의 본성(NOS)을 연구할 때, 자연과학적 태도로 접근하면 객관성과 보편성에 치중한 나머지 생활세계를 떠난 결과들을 도출하게 된다. 과학의 본성(NOS)에 대한 합의 관점이 선언적이고, 보편적인 특성들을 나열하였다는 점은 이러한 문제점을 잘 보여준다. 객관과 이론에 의존한 추상적 세계가 아닌 본질과 생활세계에서 출발해야 문제를 해결할 수 있다. 따라서 현상학적 접근은 과학의 본성(NOS)을 연구하기 위한 좋은 접근 방법이라고 할 수 있다.

또한, 상호주관성을 고려하지 않고 대상의 본질을 연구하는 경우, 대상을 인식하는 각기 다른 주체들이 모두 납득할 수 있는 포괄적인 본성을 도출할 수 없다. 이러한 문제점은 과학의 본성(NOS)에 대한 합의 관점이 과학에 대해 매우 협소한 특성과 단면적인 이미지만 전달하게 되었다는 비판에도 잘 나타난다. 고정된 본성, 보편적인 본성을 찾고자 하는 실증주의적 객관주의적 사고방식에 얽매일 경우, 과학의 본성(NOS)에 대한 논쟁에서 제기된 ‘경계의 문제(Irzić & Nola, 2011a)’처럼 일반적인 학문의 범주에서 과학의 경계를 찾는 것은 어렵다. 뿐만 아니라, 기존의 단편적인 특성들을 나열하는 수준에 머물게 될 것이다. 따라서 존재하지 않는 학문 간 경계와 구획을 찾기보다는, 직관적으로 드러난 감각적 현상들을 편견 없이 수집하고 종합하는 연구방법이 필요하다. 현상학적 접근을 적용한다면 다양한 영역에서 드러나는 과학의 다면적인 특성을 포괄적으로 반영할 수 있다.

나. 현상학적 접근을 활용한 지구과학의 본성 탐구 방안

현상학적 접근은 크게 두 가지 어려움으로 인해 연구방법을 적용하기가 쉽지 않다. 한 가지는 현상학 자체에 대한 이해의 난해함이고, 다른 하나는 연구 대상에 대한 연구자의 근본적 태도 변경 및 관점의 전환을 요구하는 데에서 오는 어려움이다. 그럼에도 불구하고 현상학적 접근의 강점은 구체적인 생활세계의 수준에서 상대주의적 진리관을 포용하면서 보다 객관적인 진리를 지향한다는 점이다(Shin, 2009).

현상학적 접근은 현상 확인, 연구의 구조화, 자료수집, 자료 분석, 보고서 작성의 과정으로 진행된다(Kim *et al.*, 1999). 지구과학의 본성을 탐구할 때 현상학적 접근을 적용하는 경우, ‘개별 주체가 경험을 통해 인식한 지구과학의 특성들’이 바로 현상이 된다. 지구과학이라는 학문을 경험하는 개별 주체들은 상호주관성을 가지고 각각의 현상을 지각하게 된다. 연구 구조화 단계에서는 이러한 지구과학의 세부

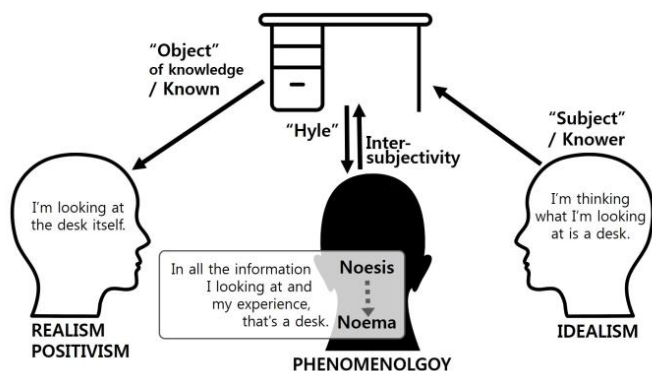


Figure 2. Comparison of Realism, Ideology and Phenomenology

학문영역들, 혹은 지구과학 관련 학문 분야에서 나타나는 학문의 특징을 어떻게 조사할지 정하고, 이를 경험하고 있는 이들을 어떻게 선정하여 그들이 말하는 학문의 구조와 체계, 방법 등을 조사하기 위해 어떤 방법과 절차를 사용할지, 그리고 이렇게 수집한 자료들을 분석하기 위해 어떤 분석법을 적용할지 등을 구조화한다. 그 후, 연구를 실행하면서 문헌, 보고서, 면담 자료 등 다양한 형태로 자료들을 수집하고 분석한 후 결과를 기술한다. 예를 들어, 연구방법의 한 축으로, 지구과학 분야의 학자나 교육자들, 지구과학을 배우는 학생들과의 면담을 통해 그들이 경험 속에서 인식한 지구과학의 특성을 자료로 수집하고 분석하여 기술할 수 있다.

그러나 현상학적 연구의 목표는 그러한 경험과 현상을 기술하는데 그치는 것이 아니라, 그것을 통해 현상에 대한 의식의 지향성(상호주관성) 구조까지 파악하는 것이다(Yoo, 2015). 그러기 위해서는 연구자가 현상에 대해서 이론적 태도로 재단하거나 그 현상을 설명하는 자명한 불변의 진리가 원래부터 존재한다는 자연과학적 태도의 한계를 벗어나야 한다. 또한, 연구자의 경험에 따른 통념, 전제, 인과관계적 논리를 미리 드러내어 현상 자체가 드러내 보이는 것에 주목해야 하며, 개방적이고 민감한 태도로 현상에 다가가야 한다(Yoo, 2015). 이를 판단중지(Eoiché)라고 하며, 이론적, 자연주의적 태도로 인식하던 기존의 생각들을 괄호 속에 묶어 일단 보류하는 괄호치기(bracketing)를 통해 현상에 대한 고유한 특성에 다가가기 위해 필요하다(Yoo, 2015). 따라서 현상학적 연구를 통해 어떤 대상의 본질에 다가가기 위해서는 자료에 대한 민감성과 통찰력의 원천이 될 수 있는 연구자의 선경험이나 선지식과 미해결 욕구나 감정 혹은 강박적인 사고의 틀을 분별하기 위해서 개방적 태도가 요구된다(Lee, 2017). 심지어 문헌 검토에 나타난 결과에서 오는 연구자의 선입견 역시 연구에 영향을 미치게 됨을 지각해야 한다. 그러면서도 풍부한 배경 지식과 연구 환경에 대한 정보를 파악하여 다양한 측면에서 자료를 해석할 수 있도록 개방성과 민감성을 갖추는 것이 필요하다. 또한, 이러한 태도를 바탕으로 연구 전반의 과정에 삼각검증을 적용하고 끊임없는 성찰을 동반하는 것도 중요하다(Denzin & Lincoln, 2011).

2. 과학의 본성에 대한 가족유사성 접근(이하 NOS-가족유사성) 접근을 활용한 지구과학의 본성 탐구

가족유사성³⁾은 어떤 대상이 가진 다양성과 공통성을 동시에 드러

- 2) 본 연구에서 다루는 가족유사성은 ‘가족유사성 기반 NOS(Irzik & Nola, 2011a)에서의 가족유사성’으로 ‘비트겐슈타인이 제안한 가족유사성’과 구분하기 위해 ‘NOS-가족유사성’으로 표기한다.
- 3) ‘가족유사성(family resemblance)’이란 비트겐슈타인이 언어를 통해 어떤 대상에 대한 고정된 의미를 규정할 수 없음을 표현하기 위해 처음 제안한 개념이다. 흔히 어떤 대상을 언어로 표현할 때, 지시하는 그 대상을 다른 대상들과 구분할 수 있는 고정적인 본질을 찾으려고 한다(Shin, 2004). 이것은 주로 전통적인 철학에서 바라보는 시각으로, 이러한 시각에서는 본질이란 대상에 내재해 있으며, 변하지 않는 성질을 가진다고 본다. 가령, ‘벽돌’이라고 하면 벽돌을 벽돌로서 다른 대상과 구분하는 불변의 속성이 존재한다고 보는 입장이다. 그러나 이와 같은 관념론적인 전통철학자들과는 달리, 비트겐슈타인은 언어를 분석해보면 의미의 본질이라는 것은 발견되지 않는다고 말한다(Shin, 2004). 공사장의 벽돌이나 시위 현장의 벽돌과 같이 다만 ‘사용’에 의해 언어가 규정되는 상황이 있을 뿐이다(Kwak, 2009). 대상들을 구분할 수 있는 본질이 존재하지 않음에도 불구하고 우리가 벽돌을 벽돌이라고 할 수 있는 이유가 바로 ‘가족유사성’이 있기 때문이라는 것이다. 여기서 가족유사성이란 어떤 대상(가족)을 구성하는 구성원들이 조금씩 차이점을 가지면서도 서로서로 공유하는 특성들이며, 이를 통해 구성원들을 하나로 묶을 수 있다.

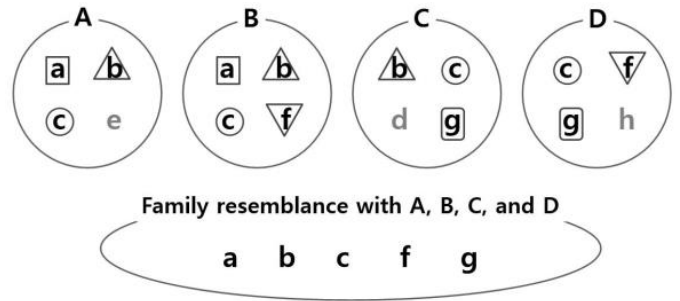


Figure 3. Diagram showing family resemblance

내기에 적합한 개념이다. 실제로 과학의 여러 분야에서 나타나는 다양성에도 불구하고 이를 통일성 있게 설명하기 위해 많은 철학자에 의해 가족유사성 개념이 사용되었다(Eflin, Glennan, & Reisch, 1999; Hacking 1996; Irzik & Nola, 2011a). Irzik & Nola (2011a)은 가족유사성 접근(Family resemblance approach)을 NOS에 적용하여 과학철학적 ‘가족유사성 기반 NOS’를 제안하였으며, 이후 이를 측정하기 위한 검사를 개발하거나 과학교육 현장에 적용하는 등 관련 연구들이 꾸준히 이루어지고 있다(Erduran & Dagher, 2014; 2016; Erduran, Kaya, & Dagher, 2018; Irzik & Nola, 2011a; 2011b; 2014; Kaya et al., 2017; 2019).

가. 가족유사성 접근을 활용한 과학의 본성(NOS) 연구

가족유사성 기반 NOS(Irzik & Nola, 2011a)에서 가족유사성의 정의는 가족 구성원들이 어떤 면에서는 서로 닮을 수 있지만 다른 면에서는 그렇지 않을 수 있다는 점에 착안한 것이다. 여기서 문제는 특징들의 네트워크를 통해 어떤 방식으로 닮음에 근거하여 가족을 형성할 것인가이다(Irzik & Nola, 2011a; 2011b; 2014). 예컨대 카드 게임, 체스 게임, 스포츠 게임 등과 같이 다양한 맥락에 따라 용도가 달라지므로 완벽하게 모두를 꿰는 게임의 본질을 발견할 수는 없지만, 각 게임을 게임이라고 부를 수 있는 공유하는 측면이 있다. 즉, 게임에 대한 고정적이고 관념적인 정의를 내릴 수는 없지만, 게임이라는 단어를 사용하는 맥락 속에서 어떤 특성이 나타나는 것은 게임이고, 그렇지 않은 것은 게임이 아니라는 판단이 가능하다는 것이다.

가족 유사성의 개념을 보다 명확히 하기 위해, 인류학자 Rodney Needham (1975)이 제안한 “polythetic 모델”을 살펴보면, 각각 4가지 특성을 가지고 있는 4개의 대상 A, B, C, D가 있다고 가정할 때 이들은 서로서로 일부 특성들을 공유한다(Needham, 1975; Figure 3). A와 B는 a, b, c의 특성을 공유하고 있고, B와 C는 b, c를, C와 D는 c, g를 공유한다. 특성 d, e, h는 어느 한 대상만 가지는 것으로 대상들 간에 서로 공유하지 않는 특성이다. 따라서 A, B, C, D 간의 가족유사성(FR_{A,B,C,D})은 각 대상이 가진 특성의 교집합의 합집합인 {a, b, c, f, g}가 된다(FR_{A,B,C,D} = (A∩B)∪(B∩C)∪(C∩D)∪(D∩A) = {a, b, c, f, g}). 즉, 일부 대상들 간에 공유하는 특성들을 모두 종합한 것이 가족유사성에 해당한다. 이를 통해 이 4개의 대상은 일종의 ‘가족’을 형성한다고 볼 수 있다.

이때, 특성 c는 모든 대상 간에 공유하는 공통의 특성이다. 그러나 특성 c가 4개의 대상을 하나의 가족으로 묶어서 정의할 수 있는 ‘고정된’ 본성이라고 할 수 있는 것은 아니다. 예컨대, 모든 ‘게임’이 적어도

(정신적 또는 육체적) ‘활동’이라는 점에서 ‘활동’이라는 특성은 c와 같은 예에 해당한다. 하지만 활동을 한다는 것은 게임에 대한 정의가 아니며, 게임을 다른 것들과 구분하는 기준으로 보기도 어렵다. 버스를 타거나 일하는 것과 같이 ‘활동’임에도 불구하고, 게임이 아닌 것들이 존재하기 때문이다(Irzik & Nola, 2011a). 이와 같이, 사물들의 집단(가족) 구성원 모두가 공유하는 특성은 아니더라도, 구성원 중 일부가 서로서로 공유하는 많은 특성들(polythetic)로 가족 유사성을 설명할 수 있다.

가족유사성 접근을 활용하여 과학의 본성(NOS)에 관해 연구한 동향을 제시하면 Figure 4와 같다.

NOS-가족유사성 접근을 위한 범주들은 점차 다양해졌다(Figure 4 참조). 이와 같은 범주들의 교집합을 활용하여 과학의 본성(NOS)에 접근하는 경우, 합의 관점에 비하여 더 포괄적이며, 실제로 합의 관점에서 열거하는 모든 항목들을 도출할 수 있음을 알 수 있다(Irzik & Nola, 2011a). Figure 4에 나타난 Irzik & Nola (2011a)의 예에서 ‘목표와 가치(aims & values)’ 범주와 ‘활동(activities)’ 범주의 교집합을 통해 ‘검증 가능성’과 ‘경험 또는 실험’의 공통적인 특성인 과학의 ‘경험적 본성(empirical nature)’을 이끌어낼 수 있다. 그리고 ‘산출물(products)’, ‘과학의 방법과 방법론적 규범(methodologies & methodological rules)’, 그리고 ‘활동(activities)’ 범주의 교집합에서 ‘이론과 가설’, ‘다양한 방법’, ‘실험을 통한 검증’을 통해, 과학적 연구 결과에 대한 ‘비판적 탐구(critical inquiry)’와 같은 새로운 본성을 이끌어 낼 수 있다. 이밖에도 ‘산출물’ 범주에 있는 ‘과학적 지식’에 ‘비판적 탐구’를 적용함으로써 ‘신뢰성과 객관성(reliability & objectivity)’을 얻을 수 있고, ‘산출물’ 범주에 있는 ‘자료와 이론’과 ‘방법론’의 교집합에서 ‘상상력, 독창성, 그리고 창의성(imagination, ingenuity & creativity)’ 등을 도출할 수 있다. 이들은 모두 과학의 본성(NOS)에 대한 합의 관점에도 속하는 본성이다(Figure 4).

또한, 가족유사성 접근을 통해 과학의 본성(NOS)에 대한 연구를 진행하면서, 새로운 범주로 인지-인식론적 시스템, 사회-제도 시스템

등을 추가하였고, 그 하위 범주들도 새로이 도출하였다. 이 과정에서 과학의 풍부함과 복잡성을 드러낼 수 있게 되었다. 소위 ‘경계의 문제(Irzik & Nola, 2011a)’라고 하는, 기존의 과학의 본성(NOS)에 관한 여러 관점들이 해결하지 못한 문제에 대한 해결책을 어느 정도 제시했다고 볼 수 있다. 즉, 가족유사성을 도입함으로써 다면적인 과학의 본성(NOS)을 더 잘 포괄하게 되었다(Erduran & Dagher, 2014; Dagher & Erduran, 2016, 2017; Kaya *et al.*, 2019).

다음은 Irzik & Nola (2014)가 과학을 구성하는 구체적인 학문영역들의 특성을 살펴봄으로써, NOS-가족유사성 접근을 설명한 것이다.

데이터 수집, 추론, 실험, 예측, 가설-연역적 검증 및 맹목 무작위 대조법(blinded randomized trials)을 각각 D, I, E, P, H 및 T로 표현해 보자. 그리고 고려한 (과학의) 세부 영역의 상태를 다음과 같이 요약할 수 있다.

천문학 = {D, I, P, H}; 입자 물리학 = {D, I, E, P, H};
지진 과학 = {D, I, P', H}; 의학 = {D, I, P'', E, T}.

여기서 P'와 P''은 표시된 대로 예측력의 차이를 나타낸다. 따라서 4가지 분야 중 어느 것도 6가지 특성을 모두 갖고 있지는 않지만, 공통적으로 다수의 특성을 공유하고 있다.

(Irizik & Nola, 2014, p. 1013)

기존 접근들은 세부 영역의 학문적 특성을 충분히 반영하지 않아서 과학을 구성하는 개별 학문영역(discipline)에 대한 이해가 제한될 수 있다는 문제점을 지녀왔다. 하지만 위와 같은 방법으로 가족유사성 접근을 과학의 본성(NOS)에 적용하면, 과학 안의 세부 학문영역의 특성을 반영할 수 있다는 장점이 있다(Dagher & Erduran, 2014; 2016; 2017; Irzik & Nola, 2014). 또한, 과학을 구성하는 개별 학문영역이 변할 경우, 과학의 본성 (NOS) 역시 변할 수 있으므로 절대적인 과학의 본성(NOS)을 전제하지 않는 현상학적 접근의 맥락과도 일치한다.

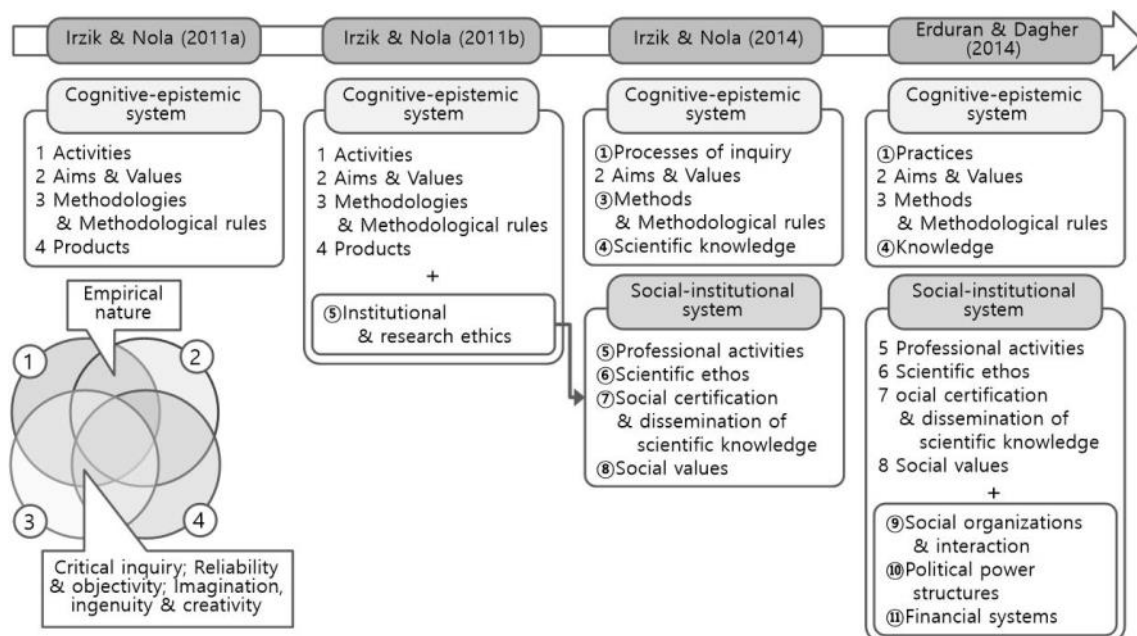


Figure 4. Change of family resemblance categories and examples (Irizik & Nola, 2011a) of the family resemblance approach to NOS

나. NOS-가족유사성 접근을 활용한 지구과학의 본성 탐구 방안

NOS-가족유사성 접근을 지구과학의 본성 탐구에 적용하는 한 가지 방법은 Irzik & Nola (2014)의 연구에서 시도한 방법으로 지구과학의 세부학문 또는 관련 학문영역들 사이의 공통점과 차이점에 집중하여 가족유사성을 찾고, 이들을 종합하여 본성을 도출해 내는 것이다.

예를 들면, 지구과학에 해당되는 학문영역들 중, 지질학/고생물학, 대기과학, 천문학에 대하여 NOS-가족유사성 접근 방법을 적용해 볼 수 있다. 데이터 수집(D), 데이터 분류(C), 모델링(M), 추론(I), 예측(P), 귀추적 탐구(II), 측정기기 중요성(m)을 각 영역에 대해 표현한다. 그리고 지구과학의 세부 영역의 특징에 대해 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{지질학/고생물학} &= \{D, C, I, II\}, \text{ 대기 과학} = \{D, M, I, P, II, m\}, \\ \text{천문학} &= \{D, C, M, I, P, II, m\} \end{aligned}$$

이와 같이 NOS-가족유사성 접근을 취함으로써, 지구과학의 일부 영역들에서 공통으로 나타나는 영역 일반적인(domain-general) 특징과 각각의 영역이 가지는 영역 특이적인(domain-specific) 특성들을 포괄적으로 탐색할 수 있다. 그리고 여기에 해양 과학이나 환경 과학, 그리고 현대 과학의 발전으로 새롭게 추가된 영역들을 추가해가면서 각 영역의 다양한 특성들을 살펴볼 수 있다. 더 나아가 1차적으로 도출한 지구과학의 특성들을 적절한 범주로 묶고 그들 간의 공통적인 특성들을 얻어낸다면 새로운 차원의 범주 또는 본성을 발견할 수 있을 것이다.

실제 연구에 이를 적용할 경우, 지구과학의 영역에 포함될 수 있는 학문영역과 각 영역에서 드러나는 특성을 찾아내기 위해 어떤 방법으로 자료를 수집하고 분석할 것인가가 연구의 핵심이다. 다시 말해, 지구과학의 영역으로 고려할 학문영역들이 무엇인가에 따라서, 그리고 각 학문영역이 가지는 특성이 무엇인가에 따라서 지구과학의 본성은 다르게 구성될 수 있다. 이점은 NOS-가족유사성 접근을 통한 지구과학의 본성 탐구 방법의 가장 중요한 특징이며, 현상학적 접근에서 지향하는 바와 같이 절대적인 지구과학의 본성이 존재할 것이라는 고정된 인식을 버릴 수 있는 좋은 전략이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 지구과학의 본성 연구방법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 기존 과학의 본성 관련 연구의 한계를 극복하면서 미래 융복합 시대에 적합한 과학의 본성 탐구 방법을 살펴보고, 이를 지구과학의 본성 탐구에 적용하는 방안을 탐색해보았다. 주요 연구 결과를 살펴보면 다음과 같다.

우선, 과학의 본성(NOS)에 대한 현상학적 접근의 필요성을 검토하고 현상학적 접근을 적용한 지구과학의 본성 탐구 방안을 제안하였다. 지구과학 본성 탐구에 현상학적 접근을 적용한다는 것은 지구과학에 고정된 본질이 있는 것이 아니라 시대와 상황의 요청에 따라 본성 자체가 유동적인 것임을 전제로, 직관적으로 드러난 감각적 현상들을 통해 지구과학의 다면적 특성을 편견 없이 모두 수집, 분석하고 종합하는 방법을 의미한다.

이러한 현상학적 관점에서 지구과학의 본성을 탐색하기 위한 방법으로, NOS-가족유사성 접근을 적용한 지구과학의 본성 탐구 방안을 제안하였다. NOS-가족유사성 접근을 통해, 조금씩 차이점을 가지는 다양한 (지구)과학의 영역들이 서로서로 공유하는 특성들을 조합함으로써 과학의 본성(NOS)을 포괄적으로 설명할 수 있다. 이를 지구과학의 본성에 적용하면 지구과학을 ‘가족’으로 만들어주는 일반적인(domain-general) 특성과 영역별로 특수한(domain-specific) 특성을 동시에 규명할 수 있다는 장점을 지닌다.

현상학적 접근 및 NOS-가족유사성 접근을 적용한 지구과학의 본성 연구방법은 다음과 같은 측면에서 유리하다.

첫째, 현상학적 접근은 학문적 세계의 토대인 생활세계를 직시하면서 지구과학의 본성을 탐구할 수 있는 통찰력을 제공한다. 이를 통해, 지구과학이 가지는 풍부함과 복잡성, 역동성을 통합적으로 드러낼 수 있다. 지구과학의 고정된 본성, 보편적인 본성을 찾고자 하는 실증주의적 객관주의적 방식으로 접근할 경우, 기존의 단편적인 특성들을 나열하고 그 협소한 특성들을 기반으로 존재하지 않는 학문 간 경계와 구획을 찾으려는 시도에 그치게 된다. 하지만 현상학적 접근을 적용하면, 융복합적인 지구과학의 특성을 충분히 반영하면서 기존의 선언적, 보편적인 과학의 본성(NOS)에 대한 합의 관점의 한계를 극복할 수 있을 것이다.

둘째, NOS-가족유사성 접근은 지구과학을 구성하는 하위 학문영역들의 개별 특성을 포괄함으로써, 영역 일반적인(domain-general) 특성과 영역 특이적인(domain-specific) 특성을 모두 포함할 수 있다. 이는 현상학적 접근을 적용하여 지구과학의 본성을 탐색하기 위한 좋은 전략이다. 예를 들면, 자연과학을 구성하는 천문학, 대기 및 해양 과학 등의 경우에는 통제된 실험을 통한 자료수집보다는 큰 공간 규모에서의 지속적인 관측을 통해 자료를 수집한다는 점에서 영역 특이적인 특성을 지닌다. NOS-가족유사성 접근은 이처럼 지구과학의 세부 학문영역들에서 공통적으로 나타나는 특징을 지나치게 일반화하지 않으면서도, 각 영역의 특징을 포착할 수 있다는 장점이 있다. 지구과학을 구성하는 천문학, 지질학, 대기 과학, 해양 과학, 지구물리학 등에서 발견되는 특성을 NOS-가족유사성을 통해 드러냄으로써 지구과학의 다양한 속성과 역동성을 보여줄 수 있을 것이다. 따라서 다양한 학문영역들이 융합된 지구과학의 복잡하고 역동적인 본성을 총체적으로 탐색하기에는 NOS-가족유사성 접근이 적합할 것이다.

셋째, 현대 과학이 발달하면서 새로운 영역들이 추가되고 이에 따라 변화하는 지구과학의 본성을 탐색하는 데에도 현상학적 접근 및 NOS-가족유사성 접근 방법이 유용하다. 다른 과학과 마찬가지로 지구과학 역시 그 하위 영역으로 천문학, 지질학, 대기 과학, 해양 과학 등과 같은 고전적인 영역은 물론이고, 자연 재해 분석/예측(Nature Disaster Analysis/Forecast), 극지 과학(Polar Science), 천문우주 관측 기술(Astro-Space Observation) 등 현대 과학의 발전으로 새롭게 추가된 영역들이 많다(MSIT & KISTEP, 2018). 이렇게 다양한 영역에서 행해지는 과학자들의 활동 과정, 목표와 가치, 방법론, 그 결과로 얻어진 지식, 그리고 사회·제도적 측면의 여러 범주에서 설명할 수 있는 특성들은 무수히 많을 것이다. 현상학적 접근 및 NOS-가족유사성 접근 방법을 적용하면 새로운 영역이 추가됨에 따라 추가된 학문영역들의 공통점과 차이점을 통해 새로운 지구과학의 특성을 파악하기 쉽고 이를 통해 지구과학의 본성을 재규명할 수 있다.

본 연구가 지구과학 교육에 주는 시사점과 후속 연구에 주는 제언을 제시하면 다음과 같다.

우선, 이 연구는 지구과학의 본성 연구를 수행하는 방법을 제안하는 기초 연구로, 현상학적 접근이라는 직관적이고 경험적인 방법을 토대로 지구과학의 본성과 가치를 통찰할 수 있는 새로운 관점을 제안한 점에 그 의의가 있다. 그러나 본 연구가 철학적 논의나 제안으로 머물지 않고 지구과학 교과의 정체성을 재정립할 수 있는 출발점이 되기 위해서는, 현상학적 접근 및 NOS-가족유사성 접근을 실제로 적용하여 지구과학의 본성을 탐색하는 후속 연구가 이어져야 한다. 연구방법을 적용하는 구체적인 절차와 이를 통해 도출한 실제 결과들 근거로 연구방법의 세부적인 특성 및 한계 등을 논의한다면 지구과학 본성 연구를 위한 출발점이 되는 것은 물론이고, 연구를 더욱 확장하고 발전시키는 데에도 도움이 될 것이다.

한편, 후속 연구로 NOS-가족유사성 접근을 통한 지구과학의 본성 연구가 이루어진다면 지구과학을 구성하는 학문영역 간 진화 및 분화의 방향을 파악할 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 지구과학이라는 가족의 범주에 포함될 수 있는 여러 학문영역이 서로 어떻게 관계를 맺으며, 어떠한 연계성과 위계성을 가지고 있는지, 또 학문 간 진화 및 분화는 어떻게 진행되고 있는지 등을 NOS-가족유사성 접근을 통해 파악할 수 있을 것이다. 지구과학에 포함되는 여러 학문영역이 장차 어떻게 분화, 발전해갈 것이며, 이러한 구성 학문영역들의 특성이 서로 어떻게 영향을 주고받으며, 그 결과 지구과학의 본성이 어떻게 달라질 것인지 등을 예측할 수 있을 것이다. 특히, 최근 지능정보사회와 융복합 학문의 필요에 따라, 중등학교 교육과정에서도 과학과를 비롯하여 융복합적 수요가 증가하고 있다. 이러한 맥락에서 미래세대 학문 지도 변화와 융복합 교육의 필요성을 반영할 수 있도록 지구과학의 교과 정체성을 재정립하는 것이 중요하다. 후속 연구에서는 NOS-가족유사성 접근 방법을 적용하여 지구과학의 본성을 재규명하여 이를 토대로 향후 중등학교 교과목으로서 지구과학의 위상을 재정립하고, 지구과학 교육의 방향성도 파악할 필요가 있다.

국문요약

본 연구에서는 문헌 고찰을 기반으로 현상학적 접근 및 NOS-가족유사성 접근을 적용하여 지구과학의 본성을 규명하는 방법을 제안하였다. 현상학적 접근은 지구과학에 고정된 본질이 있는 것이 아니라 시대와 상황의 요청에 따라 본성 자체가 유동적인 것임을 전제로 한다. 이는 직관적으로 드러난 감각적 현상들을 통해 지구과학의 다면적 특성을 편견 없이 모두 수집, 분석하고 종합하는 방법이다. 현상학적 접근은 학문적 세계의 토대를 이루는 생활세계를 직시하면서 지구과학의 본성을 탐구할 수 있는 통찰력을 제공한다. 이를 통해, 지구과학이 가지는 풍부함과 복잡성, 역동성을 드러낼 수 있다. 현상학적 관점에서 지구과학의 본성을 탐색하기 위한 방법으로, 과학의 본성(NOS)에 대한 가족유사성 접근을 제안하였다. NOS-가족유사성 접근을 통해, 조금씩 차이점을 가지는 다양한 과학의 영역들이 서로서로 공유하는 특성들을 조합함으로써 과학의 본성(NOS)을 포괄적으로 설명할 수 있다. 이를 지구과학의 본성에 적용하면 지구과학을 ‘가족’으로 만들어주는 일반적인(domain-general) 특성과 영역별로 특수한(domain-specific) 특성을 동시에 규명할 수 있다. 예컨대 지구과학을

구성하는 학문영역인 지질학, 대기 과학, 해양학, 천문학, 지구시스템 과학 등등이 서로 공유하는 특징들의 네트워크를 통해 이들 학문영역을 지구과학이라는 가족으로 특징짓는 가족유사성을 추출할 수 있고, 이를 통해 지구과학의 본성을 총체적으로 드러낼 수 있을 것이다. 또한, 지구과학의 본성에 대한 가족유사성 접근을 통해 지구과학을 구성하는 하위 영역 학문의 특성이 달라짐에 따라 변화하는 지구과학의 본성을 파악할 수 있으며, 교과목으로서 지구과학의 위상과 발전 체계를 정립하는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

: 지구과학, 과학의 본성, 현상학적 접근, NOS-가족유사성 접근

References

- An, H. S., Lee, M. S., Kwon, B. D., Choe, S. U. & Lee, M. (1989). Development of the integrated earth science curriculum with finding the domestic educational materials, Part 1: Analysis of terminologies, graphs and figures appeared in the high school earth science text books. *Journal of the College of Education*, 39, 1-35. 129-140.
- An, J. S. (2013). Elucidate of the fundamental relationship between objective science and life-world: Focusing on Husserl's the crisis of European sciences and transcendental phenomenology. *Philosophical Forum*, 41, 213-249.
- An, Y. M., Jeong, D. S., Cha, H. J., Choe, J. Y., Kim, C. J., & Choe, S. E. (2006). Nature of earth science through the history of atmospheric sciences (Abstract). *Proceedings of the 2006 Spring Conference of the Korean Earth Science Society* (pp. 158-159). Cheongju, Korea.
- Breslyn, W., & McGinnis, J. R. (2012). A comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, 96(1), 48-77.
- Chang, Y. H., Chang, C. Y., & Tseng, Y. H. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315-331.
- Cheong, E. H. (2004). Husserl's the crisis of European sciences and transcendental phenomenology. *Journal of Philosophical Ideas*, 3(21), pp. 1-198. Institute of Philosophy in Seoul National University.
- Cho, E. J., Kim, C. J., & Choe, S. U. (2018). A study on the plurality of Nature of Science in science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 721-738.
- Cho, K. J. (2004). *The world of body, a body in the world*. Seoul: Ehak Publishing Co.
- Cho, S. S. (2015). How to establishing and realizing a new view of academic ability for innovation of future education. Seoul Metropolitan Office of Education & Dongguk University.
- Choe, S. U., & Shin, M. K. (1994). Development model of the department of earth science education and its goals. *Journal of the College of Education*, 49, 1-35.
- Choi, H. J. (2012). The views about physics and biology of science teachers who majored in physics. *Journal of Science Education*, 36(2), 341-353.
- Choi, H. J. (2016). High school students' views about physics and biology. *Korean Journal of Teacher Education*, 32(2), 243-267.
- Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher*, 78(6), 56.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2017). Abandoning patchwork approaches to nature of science in science education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 46-52.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The Sage handbook of qualitative research*. Los Angeles: Sage Publication, Inc.
- Eflin, J. T., Glennan, S., & Reisch, G. (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.
- Engelhardt, W. von & Zimmermann, J. (1982). *Theory of earth science* (translated by L. Fischer). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories. Dordrecht: Springer.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.

- Erduran, S., Kaya, E., & Dagher, Z. R. (2018). From lists in pieces to coherent wholes: Nature of science, scientific practices, and science teacher education. In J. Yeo, T. W. Teo, & K.-S. Tang (Eds.), *Science education research and practice in Asia-Pacific and beyond* (pp. 3-24). Singapore: Springer.
- Finley, F. N., Nam, Y., & Oughton, J. (2011). Earth systems science: An analytic framework. *Science Education*, 95(6), 1066-1085.
- Hacking, I. (1996). The disunities of the sciences. In P. Galison & D. Stump (Eds.), *The disunity of science* (pp. 37-74). Stanford: Stanford University Press.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Taipei: Sense Publishers.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911-970). Dordrecht: Springer.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011a). A family resemblance approach to the nature of science. *Science & Education*, 20, 591-607.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011b). A family resemblance approach. Plenary presentation session with N. Lederman titled: Current philosophical and educational issues in nature of science (NOS) research, and possible future directions. In *International History, Philosophy, and Science Teaching (IHPSST) Conference*, Thessaloniki, Greece.
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999-1021). Dordrecht: Springer.
- Kampourakis, K. (2016). The "general aspects" conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667-682.
- Kaya, E., Erduran, S., Akgün, S., & Aksöz, B. (2017). Nature of science in teacher education: A holistic approach. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 11(2).
- Kaya, E., Erduran, S., Aksoz, B., & Akgun, S. (2019). Reconceptualised family resemblance approach to nature of science in pre-service science teacher education. *International Journal of Science Education*, 41(1), 21-47.
- Kim, B. H., Kim, K. J., Park, I. S., Lee, K. J., Kim, J. K., Hong, J. J., Lee, M. H., Kim, Y. H., Yoo, I. Y., & Lee, H. Y. (1999). Comparison of Phenomenological Research Methods: About the Methods of Giorgi, Colaizzi, Van Kaam. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 29(6), 1208-1220.
- Kim, C. J., Park, I. S., An, J. S., Oh, P. S., Kim, D. Y., & Park, Y. S. (2005). Development of an inquiry analysis framework based on the features of earth science inquiry methodology and the analysis of inquiry activities in the 8th grade 'Earth history and diastrophism' unit. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 26(8), 751-758.
- Kim, H. J., Kim, Y. D., Kim, D. Y., & Wee, W. M. (2018). The case study of strategies for abductive reasoning in the process of solving earth science inquiry questions for middle school students. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(15), 799-820.
- Kwak, Y. S. (2009). *Qualitative research: Philosophy, art and education*. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kwak, Y. S. (2019). *Scientific writing for teachers*. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- LaDue, N. D., Libarkin, J. C., & Thomas, S. R. (2015). Visual representations on high school biology, chemistry, earth science, and physics assessments. *Journal of science education and technology*, 24(6), 818-834.
- Laudan, R. (1987). *From mineralogy to geology: the foundations of a science, 1650-1830*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lee, C. J. (2003). Identity and academic classification of earth science in Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 24(7), 650-656.
- Lee, G. H., & Kwon, B. D. (2010). Reasoning-based inquiry model embedded in earth science phenomena. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(2).
- Lee, I. S. (2008). *Great Convergence of Knowledge*. Seoul: Gozwin.
- Lee, J. J. (2017). The Phenomenological-Hermeneutic Reflection on the Methodological Assumptions of the Grounded Theory. *Research in Philosophy and Phenomenology*, 75, 69-108.
- Lee, K. S., Lee, W. H., & Jang, W. J. (1996). A study on identification and development of each subject-centered education in primary and secondary school. *The Journal of Curriculum Studies*, 14(3), 94-122.
- Lee, S. J. (2005). Form of life and language games. *Philosophical Analysis*, 12, 121-138.
- Libarkin, J. C., Anderson, S. W., Beilfuss, M., & Boone, W. (2005). Qualitative analysis of college students' ideas about the Earth: Interviews and open-ended questionnaires. *Journal of Geoscience Education*, 53(1), 17.
- Libarkin, J. C., & Kurdziel, J. P. (2006). Ontology and the teaching of Earth system science. *Journal of Geoscience Education*, 54(3), 408-413.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Dordrecht: Springer.
- Mayer, V. J. (1995). Using the earth system for integrating the science curriculum. *Science Education*, 79(4), 375-391.
- MSIT & KISTEP (2018). *National Standard Classification System of Science and Technology*. Ministry of Science and ICT (MSIT) & Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning (KISTEP).
- NIA (2018). *The 4th industrial revolution, Finds Korea's future*. National Information Society Agency (NIA).
- Needham, R. (1975). Polythetic classification: Convergence and consequences. *Man*, 10(3), 349-369.
- Oh, P. S. (2006). Rule-inferring strategies for abductive reasoning in the process of solving an earth-environmental problem. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(4), 546-558.
- Oh, P. S. (2018). An exploratory study of the 'method of multiple working hypotheses' as a method of earth scientific inquiry. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 39(5), 501-515.
- Oh, P. S., & Kim, C. J. (2005). A theoretical study on abduction as an inquiry method in earth science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(5), 610-623.
- Park, J. H., & Lee, J. H. (2013). A Systematic Review of the Studies of Integrative Education. *Asian Journal of Education*, 14(1), 97-135.
- Related ministries (2016). *Mid- to long-term master plan in preparation for the intelligent information society managing the 4th industrial revolution*. Ministry of Science, ICT & Future Planning.
- Selles-Martinez, J. (2004). *International Earth Science Olympiad: What to test and how to do so*. In *Seoul Conference for the International Earth Science Olympiad Conference Proceedings* (pp. 136-142).
- Seol, M. (2016). The problem of the (external) world in the phenomenological theory of perception and transcendental phenomenology. *Journal of Philosophical Ideas*, 59, 157-190.
- Shin, C. S. (2009). *Qualitative Research Methods and Phenomenology*. *Social science*, 42(1), 85-112.
- Shin, D. H. (2000). Past, present, and future of earth science education research in Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 21(4), 479-487.
- Shin, S. K. (2004). Wittgenstein's philosophical investigations. *Journal of Philosophical Ideas*, 3(22), pp. 1-172. Institute of Philosophy in Seoul National University.
- Sin, M. Y., Lee, S. U., Go, S. Y., Park, H. Y., Jang, H. Y., & Choe, S. E. (2006). Exploring the nature of earth science through the change of a view of the universe (Abstract). *Proceedings of the 2006 Spring Conference of the Korean Earth Science Society* (pp. 182-183). Cheongju, Korea.
- Son, D. H. (2009). The basis of integrative education and the role of university college. *Korean Journal of General Education*, 3(1), 21-32.
- Sung, W. J., & Hwang, S. S. (2017). A review of intelligent society studies: A look on the future of AI and policy issues. *Informatization Policy*, 24(2), 3-19.
- Woo, J. O., & Lee, K. S. (1992). The study of direction for education on earth science subject matter of high school in Korea. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 13(2), 113-126.
- Yoo, H. R. (2015). Logic and Methods of Phenomenological Qualitative Research: Focused on Max van Manen's Research Methodology. *Journal of Family and Counseling*, 5, 1-20.

저자 정보

박원미(성남여자고등학교 교사)